

MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 08-316496 [JP 8316496 A]

PUBLISHED: November 29, 1996 (19961129)

INVENTOR(s): OBARA FUMIO

YOSHIHARA SHINJI

KURAHASHI TAKASHI

APPLICANT(s): NIPPONDENSO CO LTD [000426] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL NO.: 07-118646 [JP 95118646]

FILED: May 17, 1995 (19950517)

INTL CLASS: [6] H01L-029/84; G01L-009/04

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 14.2 (ORGANIC

CHEMISTRY -- High Polymer Molecular Compounds); 46.1

(INSTRUMENTATION -- Measurement)

JAPIO KEYWORD: R097 (ELECTRONIC MATERIALS -- Metal Oxide Semiconductors,

MOS); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion Implantation); R124

(CHEMISTRY -- Epoxy Resins)

ABSTRACT

PURPOSE: To manufacture easily a semiconductor device having a protective cap by a method wherein a bonding agent containing a resin as its main component or a bonding agent consisting of a low-melting point glass is batch-applied on a wafer for cap formation and a semiconductor wafer is bonded to the wafer for cap formation with this bonding material.

CONSTITUTION: A bonding material 22 consisting of a bonding agent (or a low-melting point glass), which contains a resin as its main component, is applied on a region, where corresponds to the periphery of a sensor element formation region of a silicon wafer 27, of a silicon wafer 24 for cap formation. Then, the silicon wafer (a semiconductor wafer) 27 formed with a sensor element is bonded to the wafer 24 with the material 22 and the wafer 27 is diced in every chip. Thereby, a semiconductor device having a cap for covering the sensor element is easily manufactured using a normal semiconductor manufacturing technique. In short, as a bonding layer can be formed by a simple process and the bonding layer can be formed without selecting the material for the cap, the general-purpose properties of the device is high.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-316496

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 29/84			H 0 1 L 29/84	B
G 0 1 L 9/04	1 0 1		G 0 1 L 9/04	1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-118646

(22) 出願日 平成7年(1995)5月17日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 小原 文雄

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装 株式会社内

(72) 発明者 吉原 晋二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装 株式会社内

(72) 発明者 倉橋 崇

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装 株式会社内

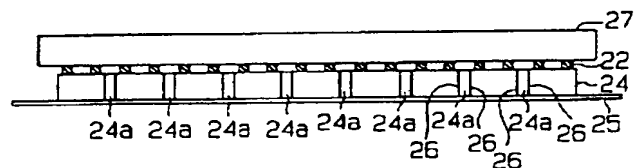
(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【目的】保護キャップを有する半導体装置を容易に製造する。

【構成】シリコンウェハ27の表面に可動ゲートMOSトランジスタが形成されている。シリコンウェハ27の表面においてトランジスタに対し空隙をもって覆うキャップを設けるためのキャップ形成用シリコンウェハ24を用意し、シリコンウェハ24におけるトランジスタの形成領域の周囲に対応する領域に、樹脂を主成分とする接着剤あるいは低融点ガラスよりなる接合材22を塗布する。このとき、スクリーン印刷法により所望の位置に塗布する。シリコンウェハ27とシリコンウェハ24とを接合材22にて接合する。ウェハ27を各チップ毎にダイシングする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の表面に機能素子が形成されるとともに、半導体基板の表面において機能素子に対し空隙をもって覆うキャップが設けられた半導体装置の製造方法であって、

キャップ形成用ウェハにおける前記機能素子の形成領域の周囲に対応する領域に、樹脂を主成分とする接着剤または低融点ガラスよりなる接合材を塗布する第1工程と、

機能素子形成用の半導体ウェハとキャップ形成用ウェハとを前記接合材にて接合する第2工程と、前記半導体ウェハを各チップ毎にダイシングする第3工程とを備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記第1工程は接合材をスクリーン印刷法により所望の位置に塗布する工程を含むものである請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記キャップは機能素子の形成領域の周囲に対応する部位に脚部を有し、前記第1工程は、前記脚部の先端面に前記接合材を塗布する工程を含むものである請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記第1工程は、前記脚部の先端面に接合材に接触させることにより脚部の先端面に接合材を転写にて塗布する工程を含むものである請求項3に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記脚部の先端面に凹部が設けられ、前記第1工程は、前記凹部を含めた脚部の先端面に接合材を塗布する工程を含むものである請求項3に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記第2工程は、前記キャップ形成用ウェハと半導体ウェハとの接合部の外周部にコーティング材を配置する工程を含むものである請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 前記第2工程は、前記キャップ形成用ウェハと半導体ウェハとにより形成される空間に吸湿剤を配置する工程を含むものである請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項8】 前記キャップ形成用ウェハをウェハ支持部材に接着して、キャップ形成用ウェハに対し各チップ毎のキャップに区画形成するための切り込みを入れ、キャップ形成用ウェハと半導体ウェハとを接合した後に、キャップ形成用ウェハからウェハ支持部材を分離してキャップ形成用ウェハの不要部を除去する工程を含む請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、機能素子を覆う保護キャップを有する半導体装置の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体加速度センサやマイクロダ

イヤフラム圧力センサ等においては、シリコンチップ上に可動部（振動部）を有し、可動部（振動部）の変位により加速度や圧力等の物理量を電気信号に変換して取り出すようになっている。又、このような半導体装置において、可動部（振動部）を保護するために可動部をキャップにて覆うことが行われている（例えば、特開平5-326702号公報等）。このキャップにてウェハからチップにダイシングカットする際の水圧や水流から可動部（振動部）を保護することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、このようにキャップを備えた半導体装置において量産性に優れた製造技術が求められているにもかかわらず、その手法等は確立されていないのが現状である。

【0004】 そこで、この発明の目的は、保護キャップを有する半導体装置を容易に製造することができる半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明は、半導体基板の表面に機能素子が形成されるとともに、半導体基板の表面において機能素子に対し空隙をもって覆うキャップが設けられた半導体装置の製造方法であって、キャップ形成用ウェハにおける前記機能素子の形成領域の周囲に対応する領域に、樹脂を主成分とする接着剤または低融点ガラスよりなる接合材を塗布する第1工程と、機能素子形成用の半導体ウェハとキャップ形成用ウェハとを前記接合材にて接合する第2工程と、前記半導体ウェハを各チップ毎にダイシングする第3工程とを備えた半導体装置の製造方法をその要旨とする。

【0006】 請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明での前記第1工程が、接合材をスクリーン印刷法により所望の位置に塗布する工程を含む半導体装置の製造方法をその要旨とする。

【0007】 請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明での前記キャップは機能素子の形成領域の周囲に対応する部位に脚部を有し、前記第1工程が、前記脚部の先端面に前記接合材を塗布する工程を含む半導体装置の製造方法をその要旨とする。

【0008】 請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明での前記第1工程が、前記脚部の先端面に接合材に接触させることにより脚部の先端面に接合材を転写にて塗布する工程を含む半導体装置の製造方法をその要旨とする。

【0009】 請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の発明での前記脚部の先端面に凹部が設けられ、前記第1工程が、前記凹部を含めた脚部の先端面に接合材を塗布する工程を含む半導体装置の製造方法をその要旨とする。

【0010】 請求項6に記載の発明は、請求項1に記載の発明での前記第2工程が、前記キャップ形成用ウェハ

と半導体ウェハとの接合部の外周部にコーティング材を配置する工程を含む半導体装置の製造方法をその要旨とする。

【0011】請求項7に記載の発明は、請求項1に記載の発明での前記第2工程が、前記キャップ形成用ウェハと半導体ウェハとにより形成される空間に吸湿剤を配置する工程を含む半導体装置の製造方法をその要旨とする。

【0012】請求項8に記載の発明は、請求項1に記載の発明での前記キャップ形成用ウェハをウェハ支持部材に接着して、キャップ形成用ウェハに対し各チップ毎のキャップに区画形成するための切り込みを入れ、キャップ形成用ウェハと半導体ウェハとを接合した後に、キャップ形成用ウェハからウェハ支持部材を分離してキャップ形成用ウェハの不要部を除去する工程を含む半導体装置の製造方法をその要旨とする。

【0013】

【作用】請求項1に記載の発明によれば、第1工程により、キャップ形成用ウェハにおける機能素子の形成領域の周囲に対応する領域に、樹脂を主成分とする接着剤または低融点ガラスよりなる接合材が塗布され、第2工程により、機能素子形成用の半導体ウェハとキャップ形成用ウェハとが接合材にて接合される。第3工程により、半導体ウェハが各チップ毎にダイシングされる。

【0014】このように、キャップ形成用ウェハに対し樹脂を主成分とする接着剤または低融点ガラスよりなる接合材を一括で塗布し、この接合材にて半導体ウェハとキャップ形成用ウェハとを接合したので、通常の半導体製造技術を用いて機能素子を覆う保護キャップを有する半導体装置が容易に製造される。

【0015】請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の作用に加え、第1工程において接合材がスクリーン印刷法により所望の位置に塗布される。つまり、スクリーン印刷法により容易に接合材が塗布される。

【0016】請求項3に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の作用に加え、第1工程において、キャップの脚部が機能素子の形成領域の周囲に対応する部位に位置し、この脚部の先端面に接合材が塗布される。この脚部によりキャップ形成用ウェハと半導体ウェハとが対向する面の距離を長くとることができ、キャップ形成用ウェハのダイシングがやりやすくなる。

【0017】請求項4に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の作用に加え、第1工程において、キャップ形成用ウェハにおける脚部の先端面を接合材に接触させることにより脚部の先端面に接合材が転写にて塗布される。このように、スタンプ法により容易に接合材が塗布される。

【0018】請求項5に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の作用に加え、第1工程において、キャッ

プ形成用ウェハにおける脚部の先端面の凹部を含めた脚部の先端面に接合材が塗布される。この凹部により接合面積が増加し、より強固に接合される。

【0019】請求項6に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の作用に加え、第2工程において、キャップ形成用ウェハと半導体ウェハとの接合部の外周部にコーティング材が配置される。その結果、キャップの内部が防湿される。

【0020】請求項7に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の作用に加え、第2工程において、キャップ形成用ウェハと半導体ウェハとにより形成される空間に吸湿剤が配置される。その結果、キャップの内部が防湿される。

【0021】請求項8に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の作用に加え、キャップ形成用ウェハがウェハ支持部材に接着されて、キャップ形成用ウェハに対し各チップ毎のキャップに区画形成するための切り込みを入れ、キャップ形成用ウェハと半導体ウェハとを接合した後に、キャップ形成用ウェハからウェハ支持部材を分離してキャップ形成用ウェハの不要部が飛散することなく確実に除去される。

【0022】

【実施例】

(第1実施例) 以下、この発明を半導体加速度センサに具体化した第1実施例を図面に従って説明する。

【0023】図1は、本実施例の可動ゲートMOSトランジスタ型加速度センサの平面図を示す。又、図2には図1のA-A断面を示し、図3には図1のB-B断面を示す。

【0024】半導体基板としてのP型シリコン基板1上にはフィールド酸化膜2が形成されるとともにその上に窒化シリコン膜3が形成されている。又、P型シリコン基板1上には、フィールド酸化膜2および窒化シリコン膜3の無い長方形の領域4が形成されている。又、領域4におけるP型シリコン基板1の上にはゲート絶縁膜5が形成されている。窒化シリコン膜3の上には、領域4を架設するように両持ち梁構造の可動ゲート電極6が配置されている。この可動ゲート電極6は帯状にて直線的に延びるポリシリコン薄膜よりなる。又、フィールド酸化膜2および窒化シリコン膜3よりP型シリコン基板1と可動ゲート電極6とが絶縁されている。

【0025】図3において、P型シリコン基板1上における可動ゲート電極6の両側には不純物拡散層からなる固定ソース電極7と固定ドレイン電極8が形成され、この電極7、8はP型シリコン基板1にイオン注入等によりN型不純物を導入することにより形成されたものである。

【0026】図2に示すように、P型シリコン基板1にはN型不純物拡散領域9が延設され、N型不純物拡散領域9はアルミ10により可動ゲート電極6と接続される。

とともにアルミ配線11と電氣的に接続されている。アルミ配線11の他端部はアルミパッド(電極パッド)12として窒化シリコン膜3およびシリコン酸化膜16から露出している。又、図3に示すように、P型シリコン基板1にはN型不純物拡散領域13が延設され、N型不純物拡散領域13は固定ソース電極7と接続されるとともにアルミ配線14と電氣的に接続されている。アルミ配線14の他端部はアルミパッド(電極パッド)15として窒化シリコン膜3およびシリコン酸化膜16から露出している。さらに、P型シリコン基板1にはN型不純物拡散領域17が延設され、N型不純物拡散領域17は固定ドレイン電極8と接続されるとともにアルミ配線18と電氣的に接続されている。アルミ配線18の他端部はアルミパッド(電極パッド)19として窒化シリコン膜3およびシリコン酸化膜16から露出している。

【0027】尚、可動ゲート電極6以外の領域についてはシリコン酸化膜16の上に最終保護膜としてさらにシリコン窒化膜を積層する場合が多い。そして、アルミパッド12, 15, 19はボンディングワイヤにて外部の電子回路と接続されている。

【0028】図3に示すように、P型シリコン基板1における固定ソース電極7と固定ドレイン電極8との間には、反転層20が形成され、同反転層20はシリコン基板1と可動ゲート電極(両持ち梁)6との間に電圧を印加することにより生じたものである。

【0029】そして、加速度検出の際には、可動ゲート電極6とシリコン基板1との間に電圧をかけると、反転層20が形成され、固定ソース電極7と固定ドレイン電極8との間に電流が流れる。そして、本加速度センサが加速度を受けて、図3中に示すZ方向(基板表面に垂直な方向)に可動ゲート電極6が変化した場合には電界強度の変化によって反転層20のキャリア濃度が増大し電流(ドレイン電流)が増大する。このように、本加速度センサは、シリコン基板1の表面に機能素子としてのセンサ素子(可動ゲートMOSトランジスタ)が形成され、電流量の増減で加速度を検出することができる。

【0030】キャップ21は四角形状のシリコン基板よりなる。キャップ21の材質はシリコンを用いているが、ガラス、セラミクス、樹脂等、後工程での熱処理温度に耐えうる材料で素子への汚染等の問題のないものあればよく、コストや耐環境性を考慮して選定する。シリコンは、耐湿性が確保しやすく、ウェハとして比較的低コストで安定して供給されるものである。尚、キャップを透明にしたい場合には合成石英ガラスが適している。

【0031】キャップ21の下面に接合層22が設けられている。接合層22は、帯状をなし、かつ、環状(より詳しくは、四角環状)に配置されている。接合層22は、樹脂を主成分とする接着剤を接合材として用い、必要に応じてスパーサとして球状の粒子(樹脂やシリカ等の粒子)を混入する。スパーサの混入により接合層22

の高さを安定させる効果が期待できる。この場合、透湿性の小さい材料の粒子(例えばシリカ)を混入することにより接着剤分を低減し、耐湿性の点で有利になる。

【0032】そして、シリコン酸化膜16の上に、接合層22を介してキャップ21が接合されている。又、接合層22の外側における接合層22の周辺にアルミパッド(電極パッド)12, 15, 19が配置されている。尚、センサ素子(可動ゲートMOSトランジスタ)とパッド12, 15, 19の間の領域には制御回路等が形成されているが図では省略してある。

【0033】このように、シリコン基板1に対し接合層22を介してキャップ21を接合することにより、シリコン基板1の表面においてキャップ21内の空隙23にセンサ素子(可動ゲートMOSトランジスタ)が封止された構造となっている。

【0034】次に、キャップ21による封止構造の形成工程を、図4～図10に基づいて説明する。まず、図4に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ24を用意し、シリコンウェハ24をウェハ支持部材としてのダイシング用粘着シート25に貼り付ける(接着する)。ダイシング用粘着シート25は変形しにくいタイプ(ノンエキスパンドタイプ)を用いることが望ましい。

【0035】そして、図5に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ24に対し、所望のキャップサイズとなるように図中符号26で示す位置でダイシングカット(フルカット)する。つまり、各チップ毎のキャップに区画形成するための切り込みを入れる。この切断箇所を図11においてCで示す。キャップサイズは機能素子形成領域を保護するのに必要最小限のサイズである。

【0036】尚、本実施例のように、キャップとしてシリコンウェハを用いた場合には接合する相手基板がシリコンであるため熱膨張による応力を小さく抑えることができ、信頼性の点で有利となる。ここで、キャップ形成用シリコンウェハ24は機能素子(センサ素子等)が形成されているシリコンウェハと同サイズのものを用いる。

【0037】次に、図6に示すように、ダイシングカットしたキャップ形成用シリコンウェハ24に対し、接合層となる接合材22をスクリーン印刷で形成(塗布)する。より詳しくは、相手チップの接合すべき箇所に対応させて図11に示すように機能素子形成領域の周囲に接合材22を形成する。接合材22は機能素子形成ウェハの各チップの機能素子部を囲うような位置に図12に示すようにウェハ24の全面に印刷する。接合材22の線幅は、100～300 μ m程度、膜厚は5～数十 μ m程度が適当である。この接合材(接着剤)22にはガス発生が少なく、素子汚染のおそれがなく、低吸水性、低透湿性の材料が望ましく、例えばエポキシ系の接着剤や高分子系熱可塑性接着剤が用いられる。高分子系熱可塑性接着剤の場合は必要に応じた熱処理を施し、予め溶剤を

とばしてから接合する。

【0038】次に、図7に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ24に対し、センサ素子が形成された機能素子形成用シリコンウェハ（半導体ウェハ）27を、機能素子（可動ゲート電極）が接合材22の内側に配置されるように位置合わせしてキャップ形成用シリコンウェハ24にマウントし、接合材22にて接合する。この場合、ウェハ面内の各チップで良好な接合を確保するため適度な加重、加熱処理を施す。この際、キャップの自重程度から数 g/mm^2 程度の加重を加えることにより十分接合することができ、そのため下地へダメージを与えることはなく、接合材の形成位置もセンサチップ側の保護膜（図2、3でのシリコン酸化膜16）上であれば特に制約を受けることがなく設計上の自由度が高い。

【0039】この状態の断面詳細図を図13に示す。位置合わせの方法としては、キャップ形成用シリコンウェハ24を予め図14に示すように機能素子形成用シリコンウェハ27のダイシングラインに相当する部位に対してX、Y方向それぞれにダイシングカットにより基準ラインを形成する。このラインを基準にして機能素子形成用シリコンウェハ27のダイシングラインとを位置合わせしてキャップ形成用シリコンウェハ24を機能素子形成用シリコンウェハ27にマウントし、接着する。又、パターン認識機構を有するマウンタを用いればキャップ形成用シリコンウェハ24および機能素子形成用シリコンウェハ27のそれぞれにマークを設けて容易に位置合わせすることが可能である。マウント精度としては±数十 μm 以下であれば十分である。

【0040】又、ウェハ接合の際に2枚のウェハの接合を真空雰囲気下または不活性ガス雰囲気下または一定圧力下で行うことにより、キャップ内を真空雰囲気または不活性ガス雰囲気または一定圧力にすることができる。つまり、キャップとシリコンウェハとが接合層を介して気密性の高い状態で接合されているので、キャップ内の圧力を固定できる（例えば、真空封止が可能となる）。より詳しくは、密閉構造とすることができるためキャップ内を真空中に保ち、センサ感度を良好に保つことができる。あるいは、キャップ内を不活性ガスで満たして劣化を防止したり、キャップ内部を一定の圧力として圧力センサに具体化した場合の基準圧力が得られる。

【0041】次に、図8に示すように、機能素子形成用シリコンウェハ27の裏面にダイシング用粘着シート28を貼り付け、キャップ形成用シリコンウェハ24の不要部24a（図7に示す）をダイシング用粘着シート25とともに引き剥がす。つまり、キャップ形成用シリコンウェハ24からダイシング用粘着シート25を分離してキャップ形成用シリコンウェハ24の不要部24aを除去する。このようにして、キャップ形成用シリコンウェハ24の不要部24aを飛散させることなく確実に除去できる。

【0042】そして、図9に示すように、機能素子形成用シリコンウェハ27をスクライブラインの位置29でダイシングカットし、ダイシング用粘着シート28を剥がして図10に示すように、チップに分割する。

【0043】ダイシングの際には水流や水圧が加わるが、外力から保護する必要がある機能素子（梁構造を有するセンサ素子等）がキャップ21により保護される。機能素子形成用シリコンウェハ27のダイシングの際の断面詳細図を図15に示す。このようにキャップ21により保護したチップは通常の保護膜付きICチップと同様に図16に示すような樹脂モールド型パッケージに収納することが可能となる。

【0044】このような樹脂パッケージでは使用環境によっては樹脂を通して湿気が浸入し、さらに接合層（接着層）22を通して空隙23に湿気が浸入し、機能素子（センサ）に結露することで素子特性を劣化させるおそれがある。このような不具合を回避するために、図17に示すようにコーティング材としての耐湿コート層30により接合部（接着部）の外周部を被覆してもよい。耐湿コート法としてはポリパラキシレン樹脂を使用した化学蒸着（CVD）によるコーティング技術等を用いればよい。蒸着の場合はアルミパッド（電極パッド）31にワイヤボンDEDした後に実施することになる。

【0045】又、耐湿コート（30）の代わりに、吸湿材をコーティングしてもよい。ここで、吸湿材としてはペースト状のものが供給されている（シリコンゴムにシリカゲルを混入したものや高分子系熱可塑性樹脂に吸湿材を混ぜたもの等）のでディスペンサーで接合層22の周囲に塗布して、図17、18に示すような形態で実施する。図18において、コーティング材としての吸湿コート層を符号32で示す。

【0046】又、図19に示すように、キャップ21の下面、即ち、機能素子と対向する面に吸湿剤33を塗布してもよい。この場合、図4～図10の工程では接合層22となる接着剤をスクリーン印刷する前において、キャップ形成用シリコンウェハと機能素子形成用シリコンウェハとにより形成される空間に吸湿剤33を配置すべくスクリーン印刷し、溶剤の揮発処理を実施する。塗布量としては、使用環境における透湿量を吸収するに十分な量を塗布する。

【0047】この場合の樹脂パッケージとしては図20に示すような形態になる。又、簡単には樹脂パッケージでなく、耐湿性の高いセラミックパッケージに収納することで湿気の侵入防止対策を図ることもできる。

【0048】このように本実施例では、キャップ形成用シリコンウェハ24におけるセンサ素子（機能素子）の形成領域の周囲に対応する領域に、樹脂を主成分とする接着剤よりなる接合材22を塗布し（第1工程）、センサ素子が形成されたシリコンウェハ27（半導体ウェハ）とキャップ形成用シリコンウェハ24とを接合材2

2にて接合し(第2工程)、シリコンウェハ27を各チップ毎にダイシングした(第3工程)。よって、キャップ形成用シリコンウェハ24に対し接合材22を一括で塗布し、この接合材22にてシリコンウェハ27とキャップ形成用シリコンウェハ24とを接合したので、通常の半導体製造技術を用いてセンサ素子を覆うキャップ21を有する半導体装置が容易に製造される。つまり、接着剤をスクリーン印刷(あるいは後述するスタンプ法)による転写で大面積のウェハ全面に渡って簡易な工程で接合層を形成できるため低コストで表面マイクロ加工した機能素子を保護するためのキャップを接着することができ、キャップ材料を選ばずに接合層を形成できるため汎用性が高い。

【0049】より詳しくは、保護キャップを個別に各チップに接合すると、スルーボットが低くなるが、これが改善される。つまり、キャップ形成用シリコンウェハを一括接合および一括切断することにより、極めて低コストな保護キャップの形成が可能となる。即ち、センサ素子の保護キャップとなるウェハ側に個々のセンサ素子を囲むように接着剤を印刷して形成した接合層により、センサ素子を形成したシリコンウェハ全面にキャップとなるウェハを一括接合し、センサ素子部を被覆するのに十分な領域を残してキャップウェハをダイシングカットで切断して、個々のセンサ素子部に保護キャップを効率的に形成することができる。

【0050】又、接合の際に大きな加重を必要とせず、下地へのダメージも心配する必要がない他、下地チップの保護膜の上であればどこでも接着してよく、多少の位置ズレも許容でき、限定条件が少ない。

【0051】さらに、キャップに通気性のない材料でコーティングすれば気密封止が可能であるので保護する機能素子(例えばセンサ)の性能を劣化させることなく信頼性の高い封止構造とすることができる。この場合、図20に示すような樹脂封止パッケージを用いても十分信頼性を確保できるので低コストで可動部を持つセンサ等の実装を可能とする。

(第2実施例)次に、第2実施例を第1実施例との相違点を中心に説明する。

【0052】本実施例は、図4～図10に示した製造方法の代わりに、図21～図24に示す工程フローにて製造するものである。図22に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ34をダイシング用粘着シート35に貼り付け、キャップ形成用シリコンウェハ34に対し、所望のキャップサイズとなるように符号36の位置でダイシングカット(フルカット)する。そして、キャップ形成用シリコンウェハ34の裏面にダイシング用粘着シート35を介して支持用ウェハ37を貼り付ける。さらに、図22に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ34に対し、接合材22をスクリーン印刷等で形成する。

【0053】次に、図23に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ34に対し機能素子形成用シリコンウェハ38を接着する。そして、図24に示すように、機能素子形成用シリコンウェハ38をスクライブラインの位置39でダイシングカットしチップに分割する。

【0054】このように本実施例では、キャップ形成用シリコンウェハ34をダイシングする際にキャップ形成用シリコンウェハ34に支持用ウェハ37を貼り付けている。よって、ダイシング用粘着シート35だけでは取り扱いに注意を要するが支持用ウェハ37があることでハンドリングが容易になる。この場合、ダイシング用粘着シート35の代わりに樹脂系の接着剤を用いてもよい。尚、接着剤は加熱することで接着力が低下するような特性のものを用いる(例えば熱可塑性樹脂等)。

(第3実施例)次に、第3実施例を第1実施例との相違点を中心に説明する。

【0055】本実施例の半導体加速度センサを図25に示す。キャップ40には脚部41が設けられ、この脚部41がシリコン基板1と接合されている。つまり、機能素子の形成領域の周囲に対応する部位に脚部41が形成された構造となっている。そして、この脚部41を設けることにより多様なキャップ形成工程が考えられるようになる。

【0056】図26～図29に具体的な工程フローを示す。図26に示すように、キャップ材としてSi(100)面ウェハ42を用意し、図27に示すように、シリコン酸化膜をパターニングマスクとしてアルカリ性エッチング液による異方性エッチングにより脚部41を形成する。この手法は、ダイヤフラム型圧力センサ等の製造によく用いられている手法である。尚、脚部41の形状は四角環状となるようにマスクパターンを設計し、その幅は第1実施例と同様に100～300 μm 程度にする。

【0057】そして、脚部41の底面(先端面)に接合材(接着剤)22を塗布する。接合材(接着剤)22の接着強度として1000 g/mm^2 程度は十分得られるので後工程のダイシングカットでの外力(水流や水圧)に対して十分な強度を確保することができる。又、脚部41を形成した本実施例では、脚部41の先端面を接合材22に接触させることにより脚部41の先端面に接合材22を転写にて塗布する。いわゆるスタンプ方式で接合材(接着剤)22を脚部41の底部に転写する。このように、スタンプ方式にて容易に接合材22を塗布することができる。その後、必要に応じて熱処理を施す(高分子系熱可塑性接着剤の場合)。

【0058】次に、図28に示すように、第1実施例と同様に位置合わせをしてキャップ形成用シリコンウェハ42を機能素子形成用シリコンウェハ43にマウントし、接着する。このように複数のチップにウェハごとキャップ形成用シリコンウェハ42を一括接合した後、図

29に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ42を必要部分だけ残して切断除去する。キャップ形成用シリコンウェハ42は第1実施例と同様に図11（平面図）に示す箇所で切断する。

【0059】キャップ形成用シリコンウェハ42を切断する場合のダイシングカット時の断面模式図を図30に示す。キャップ形成用シリコンウェハ42の切断位置は、図30において符号44で示す位置であるが、この時、ダイシングソーの刃がシリコンウェハ43の表面を傷つけないように注意することが必要である。このために脚部41が重要な役割をする。即ち、ダイシングソーのウェハ固定ステージの平面度やダイシング用粘着シートの厚みバラツキやシリコンウェハの厚みバラツキおよびプロセスマージンを考慮すると、6インチ径のシリコンウェハの場合、脚部41と接合層22を併せた長さを90 μ m程度以上とする。つまり、脚部41によりキャップ形成用シリコンウェハ42の底面とシリコンウェハ43の上面との距離を長くとることができ、キャップ形成用シリコンウェハ42のダイシングを行う上で有利となる。

【0060】さらに、キャップ形成用シリコンウェハ42の切断を行った後において、不要部（図29で42aで示す）を除去し、ダイシングカット位置45で示す機能素子形成用シリコンウェハ43のスクライブラインをダイシングカットする。その結果、図25のように個々のチップに分割される。

【0061】尚、キャップ形成用シリコンウェハ42をダイシングカットする際にウェハエッジ部においてウェハが振動して接合部が剥離するあるいはダイシングソーの刃が破損する等の不具合が生じる場合にはキャップ形成用シリコンウェハ42の周辺部に図31に示すような周辺固定層46を設ければよい。

【0062】又、図32に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ42における脚部41の表面に凹部47を形成し、この凹部47を含めた脚部41の先端面に接合材（接着剤）22を塗布して凹部47により接着面積を増大させ、より強固な接着強度を得るようにしてもよい。又、この凹部47により、流動性のある接着剤（例えばエポキシ系樹脂）の場合には接着時の接着剤のはみ出しを抑制することが可能となる。この凹部47は脚部41の形成のためのエッチング時において同時に容易に形成することができる。

【0063】又、キャップ形成用シリコンウェハ42を切断する際に分離された不要部のチップが飛散してキャップの欠け（チッピング）や下地へのダメージを引き起こすような場合には、例えばラインおきにハーフカットして不要部となるチップを完全に分離しないようにし、ダイシングカット後に不要部の除去を実施する。

【0064】又、キャップ40に脚部41を設けた本実施例において、第1実施例において図19を用いて説明

したように、キャップ40の下面（機能素子と対向する面）に吸湿剤33を塗布する場合には、ディスペンス法により各キャップ毎に吸湿剤33を塗布し、溶剤の揮発処理をする。

（第4実施例）次に、第4実施例を第3実施例との相違点を中心に説明する。

【0065】脚部41を設けたキャップ40を有する半導体加速度センサの製造方法を、図33～図38を用いて説明する。図33に示すように、キャップ形成用シリコンウェハ48を用意し、図34に示すように、脚部41を形成し、図35に示すように接着層49にて支持用ウェハ50と接着し、図36に示すようにキャップ形成用シリコンウェハ48を符号51の位置にてダイシングする。そして、図37に示すように、接合材22（接着剤）を介して機能素子形成用シリコンウェハ52と接合する。さらに、図38に示すように、機能素子形成用シリコンウェハ52を符号53の位置でダイシングし、各チップに分割する。

【0066】支持用ウェハ50は必要に応じて設ければよく、支持用ウェハ50を用いた場合には第2実施例で述べたようにウェハのハンドリングが容易になる。又、キャップ40に脚部41が付いているため接合材22

（接着剤）はスタンプ法により転写する。脚部41を形成する工程は実施例1、2に比較して増えるがスタンプ法による転写で接着剤をキャップの脚部41に塗布することができるためスクリーン印刷法に比較して印刷機が不要である点や印刷時の位置合わせが不要であったり、印刷ムラといったトラブルを回避しやすいという利点がある。又、脚部41があるため機能素子（可動部）とキャップ下面との間のスペースを十分とることが可能となるため接合層の厚みを必要最小限にすることができるようになるため耐湿性の点でも利点がある。

【0067】これらの工程により形成した保護キャップ付き機能素子チップは前述の実施例と同様に図16、20のような形態で樹脂封止パッケージに収納するか耐湿性のよい中空パッケージに収納される。

（第5実施例）次に、第5実施例を上記各実施例との相違点を中心に説明する。

【0068】本実施例では、接合材として樹脂系の接着剤の代わりに低融点ガラス（ガラス粉末を混練したペースト）を用いている。この場合には透湿率が極めて低いため耐湿性の確保が容易である。低融点ガラスには熱処理温度が450℃以下のものを選ぶことができ、大きな加重を加えることなく接合できるため素子特性にダメージを与えることなく、キャップ封着することができる。低融点ガラス（ガラス粉末を混練したペースト）の塗布にはスクリーン印刷か、キャップに脚部を設けた場合にはスタンプ方式を用いる。耐熱性の高いダイシングシート（例えばシート基材をポリイミドとし、接着剤はシリコン系のものとする）を用いれば、図4～図10に示す

ようにしてキャップを接合することも可能である。又、図21～24の工程か図26～29、図33～38の工程によってもキャップ接合することが可能である。これらの工程により形成した保護キャップ付き機能素子チップは前述の実施例と同様に図16のような形態で樹脂封止パッケージに収納するか、中空パッケージに収納する。

【0069】この発明は上記各実施例に限定されるものではなく、例えば、半導体加速度センサの他にも、マイクロダイヤフラム圧力センサなどSiチップ上に可動部（振動部）を有する半導体装置に具体化したり、さらに、接触子等を備えた装置に具体化できる。

【0070】

【発明の効果】以上詳述したように請求項1に記載の発明によれば、容易に保護キャップを有する半導体装置を製造することができる優れた効果を発揮する。

【0071】請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加え、容易に接合材を塗布することができる。請求項3に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加え、キャップ形成用ウェハのダイシングを容易に行うことができる。

【0072】請求項4に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の効果に加え、容易に接合材を塗布することができる。請求項5に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の効果に加え、より強固に接合することができる。

【0073】請求項6に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加え、キャップの内部の防湿を図ることができる。請求項7に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加え、キャップの内部の防湿を図ることができる。

【0074】請求項8に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加え、キャップ形成用ウェハの不要部を飛散することなく確実に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の半導体装置の平面図。

【図2】図1のA-A断面図。

【図3】図1のB-B断面図。

【図4】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図5】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図6】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図7】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図8】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図9】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図10】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図11】ウェハの平面図。

【図12】ウェハの平面図。

【図13】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図14】ウェハの平面図。

【図15】第1実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図16】樹脂モールドした状態での断面図。

【図17】第1実施例の応用例の半導体装置の断面図。

【図18】第1実施例の応用例の半導体装置の断面図。

【図19】第1実施例の応用例の半導体装置の断面図。

【図20】樹脂モールドした状態での断面図。

【図21】第2実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図22】第2実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図23】第2実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図24】第2実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図25】第3実施例の半導体装置の断面図。

【図26】第3実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図27】第3実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図28】第3実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図29】第3実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図30】第3実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図31】ウェハの平面図。

【図32】第3実施例の応用例の半導体装置の断面図。

【図33】第4実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図34】第4実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図35】第4実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図36】第4実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図37】第4実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図38】第4実施例の半導体装置の製造工程を示す断面図。

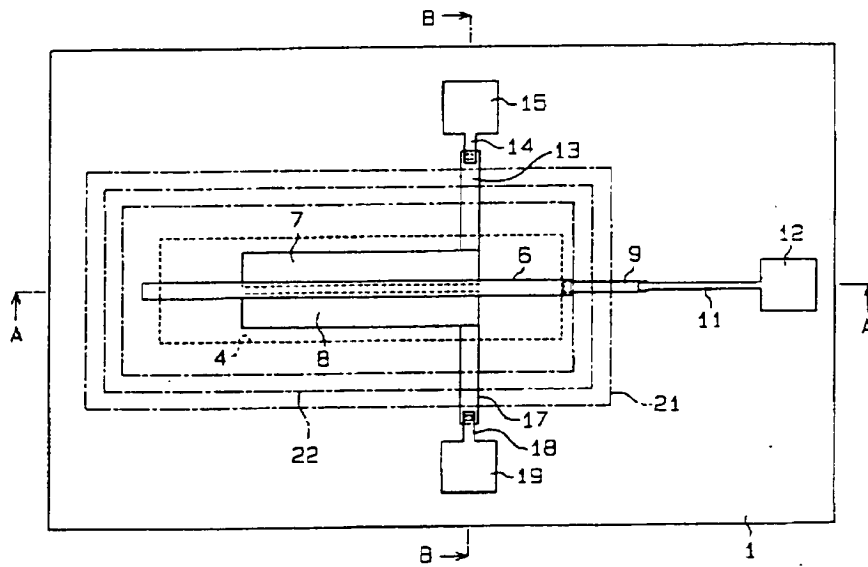
【符号の説明】

1…半導体基板としてのシリコン基板、21…キャップ、22…接合層および接合材、23…空隙、24…キ

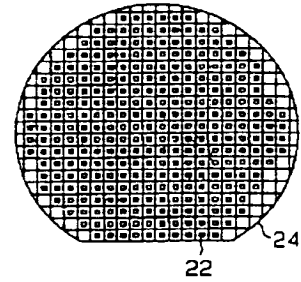
キャップ形成用シリコンウェハ、25…ウェハ支持部材としてのダイシング用粘着シート、27…半導体ウェハとしてのシリコンウェハ、30…コーティング材としての

耐湿コート層、32…コーティング材としての吸湿コート層、33…吸湿剤、40…キャップ、41…脚部、47…凹部

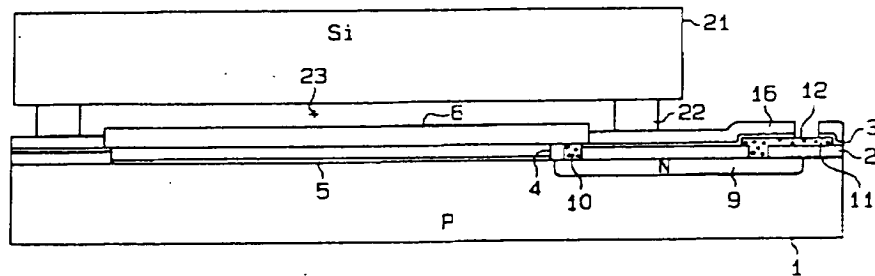
【図1】



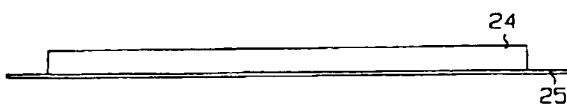
【図12】



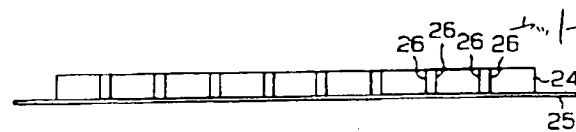
【図2】



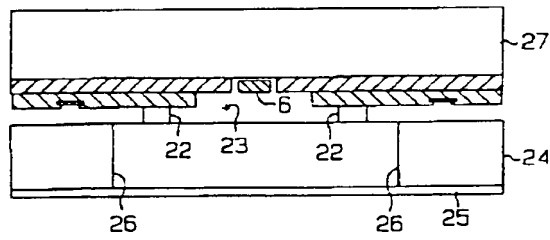
【図4】



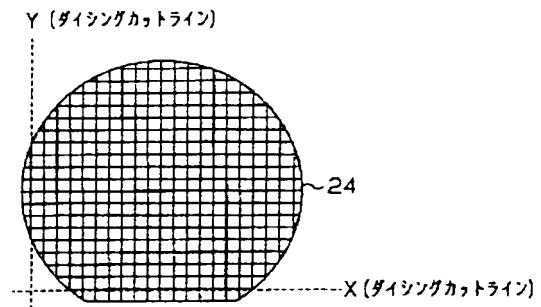
【図5】



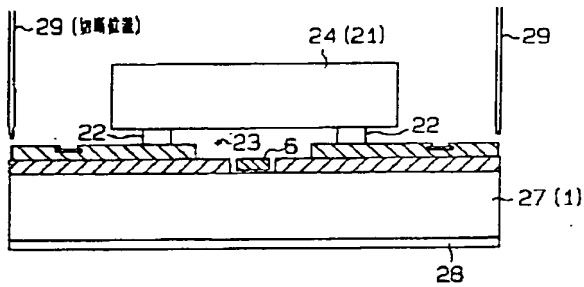
【図13】



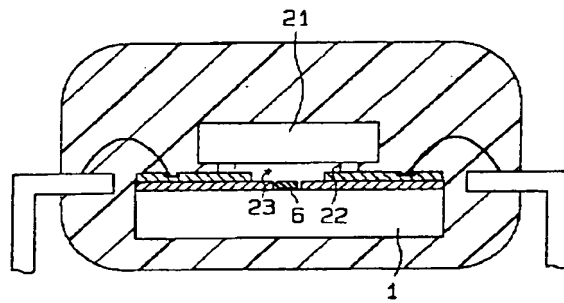
【図14】



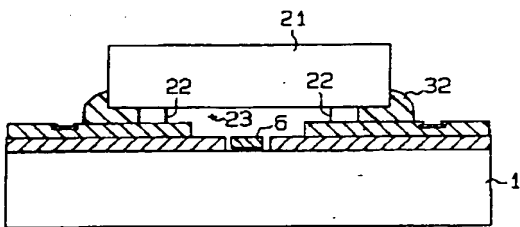
【図15】



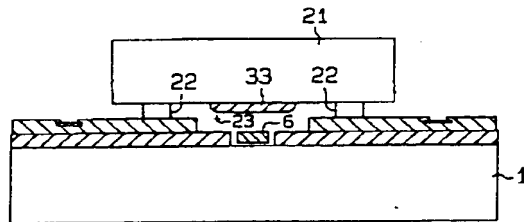
【図16】



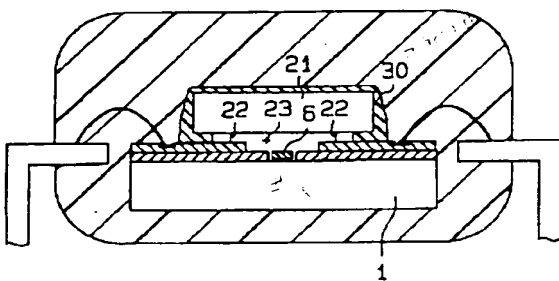
【図18】



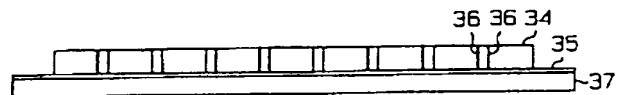
【図19】



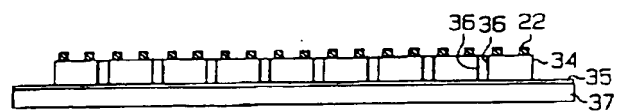
【図20】



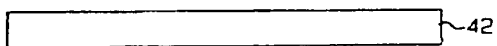
【図21】



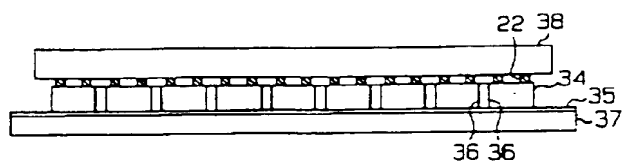
【図22】



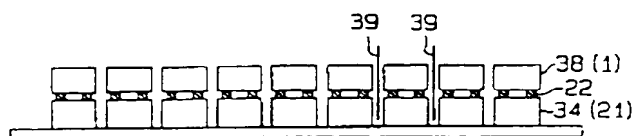
【図26】



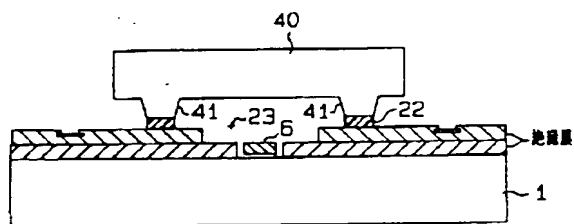
【図23】



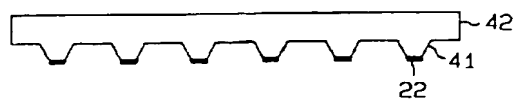
【図24】



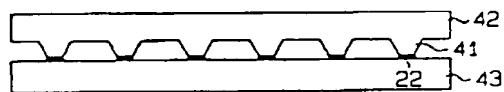
【図25】



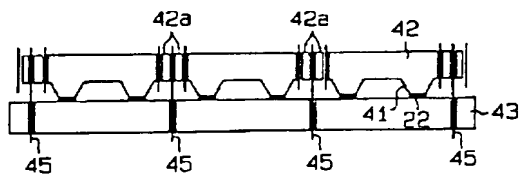
【図27】



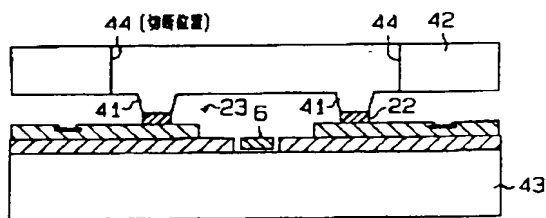
【図28】



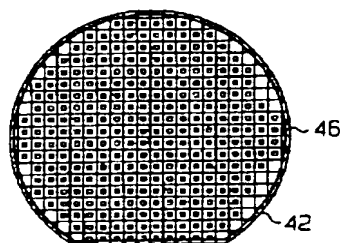
【図29】



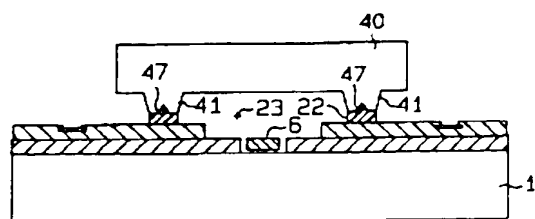
【図30】



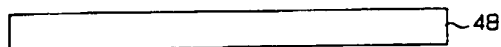
【図31】



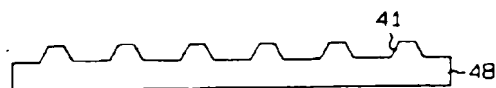
【図32】



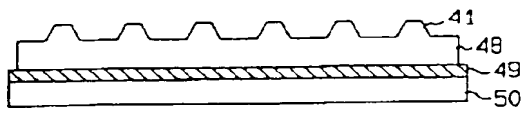
【図33】



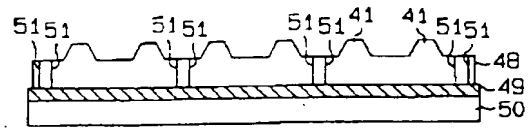
【図34】



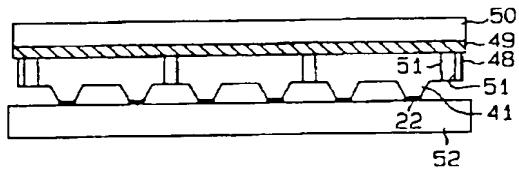
【図35】



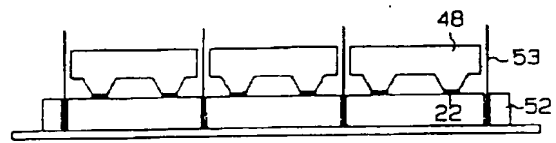
【図36】



【図37】



【図38】





•
•
•